

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

**19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

Offenlegungsschrift
DE 199 38 639 A 1

Int. Cl.⁷:
F 16 P 3/14
G 06 K 9/78
G 08 B 29/00
B 23 Q 11/08

71 Aktenzeichen: 199 38 639.0
72 Anmeldetag: 14. 8. 1999
43 Offenlegungstag: 22. 2. 2001

DE 199 38 639 A 1

(71) Anmelder:
Pilz GmbH & Co., 73760 Ostfildern, DE

(74) Vertreter:
Witte, Weller & Partner, 70178 Stuttgart

⑦2 Erfinder:
Brenner, Claus, 70597 Stuttgart, DE

⑤⑥ **Entgegenhaltungen:**

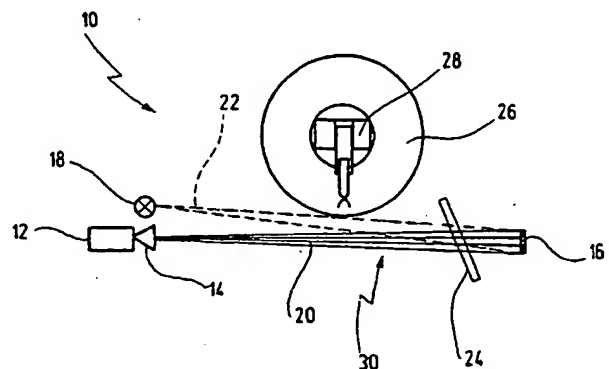
DE 44 07 528 C2
DE 198 09 210 A1
DE 196 44 278 A1
DE 196 19 688 A1
DE 296 02 098 U1
EP 01 79 252 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54) Vorrichtung zur Absicherung eines Gefahrenbereichs, insbesondere des Gefahrenbereichs einer automatisiert arbeitenden Maschine

57) Die vorliegende Erfindung beschreibt eine Vorrichtung zur Absicherung eines Gefahrenbereichs (26), insbesondere des Gefahrenbereichs (26) einer automatisiert arbeitenden Maschine (28). Die Vorrichtung (10) besitzt erste Mittel (12, 16) zum Erzeugen einer optisch überwachten, virtuellen Barriere (30) sowie zweite Mittel zum Erzeugen eines Schaltsignals zum Anhalten der Maschine (28) bei einem Durchbrechen (24) der Barriere (30). Die Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Mittel (12, 16) eine Bildaufnahmeeinheit (12) sowie ein definiertes Ziel (16) aufweist, dessen Abbild die Bildaufnahmeeinheit (12) aufnimmt. Des weiteren besitzen die zweiten Mittel eine Vergleichseinheit, die das aufgenommene Abbild mit einer für ein Referenzbild charakteristischen Größe vergleicht (Fig. 2).



DE 199 38 639 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Absicherung eines Gefahrenbereichs, insbesondere des Gefahrenbereichs einer automatisiert arbeitenden Maschine, mit ersten Mitteln zum Erzeugen einer optischen überwachten, virtuellen Barriere und mit zweiten Mitteln zum Erzeugen eines Schaltsignals zum Anhalten der Maschine bei einem Durchbrechen der Barriere.

Derartige Vorrichtungen sind in Form von Lichtschranken, Lichtvorhängen oder Lichtgittern aufgrund ihrer Verwendung bei der Absicherung von sich bewegenden Maschinen bekannt.

Die Barriere, die mit Hilfe der ersten Mittel erzeugt wird, wird im Hinblick auf die vorliegende Erfindung als virtuell bezeichnet, da sie kein reales, mechanisches Hindernis wie bspw. einen Zaun oder ein Schutzgitter beinhalten muß. Ein Durchbrechen der virtuellen Barriere kann allein aufgrund der optischen Überwachung detektiert werden. Bei den bekannten Barrieren dieser Art, wie bspw. Lichtschranken, Lichtvorhängen oder Lichtgittern wird das Schalt- oder Alarmsignal dann ausgelöst, wenn einer oder mehrere Lichtstrahlen auf ihrem Weg von einem Sender zu einem Empfänger unterbrochen werden. Dies kann im Empfänger in dem Moment detektiert werden, in dem der vom Sender erwartete Lichtstrahl ausbleibt. Bei Lichtschranken etc. ist es ebenfalls bekannt, die Lichtstrahlen zur Erzeugung der virtuellen Barriere mit Hilfe von Reflexionen vom Sender zum Empfänger zu lenken, so daß der Sender und der Empfänger dicht nebeneinander angeordnet oder sogar in einem gemeinsamen Gehäuse integriert werden können.

Charakteristisch an den bekannten Schutzvorrichtungen ist, daß sie zur Überwachung einer flächig ausgedehnten, virtuellen Barriere eine Vielzahl von im Regelfall parallel zueinander verlaufenden Lichtstrahlen besitzen. Der Abstand der parallelen Lichtstrahlen voneinander bestimmt sich nach der Größe des kleinsten, beim Durchbrechen der Barriere noch detektierbaren Objektes. Nach Schutzvorschriften, die im industriellen Bereich zum Schutz von Menschen und Maschinen existieren, müssen in manchen Anwendungsfällen Objekte in der Größe eines Fingers, d. h. Objekte mit einem Durchmesser von etwa 15 mm detektierbar sein. Dies hat zur Folge, daß bei einem entsprechenden Lichtgitter die einzelnen Lichtstrahlen maximal 15 mm voneinander beabstandet sein dürfen. In der Regel wird zur Sicherheit sogar nur ein Abstand von 7,5 mm gewählt, damit jeweils zwei Lichtstrahlen ein Durchbrechen der Barriere detektieren. In einem solchen Fall ist eine große Anzahl von parallel zueinander angeordneten Sende- und Empfangselementen notwendig, um das Durchbrechen eines einzelnen Lichtstrahls zu detektieren. Die bekannten Anordnungen erfordern daher einen unter Umständen beträchtlichen Installationsaufwand. Andere Vorschriften betreffen die Detektion von Objekten in der Größenordnung von 30 mm oder 70 mm. Auch in diesen Fällen wird jedoch für eine flächige Barriere eine große Anzahl an Sende- und Empfangselementen benötigt.

Der Installationsaufwand der bekannten Vorrichtungen ist zusätzlich dadurch vergrößert, daß die einzelnen Lichtstrahlen sehr exakt zwischen dem Sender und Empfänger ausgerichtet werden müssen. Dementsprechend exakt müssen die Sender und Empfänger sowie ggf. verwendete Reflektoren justiert werden. Beim Aufbau einer großflächigen virtuellen Barriere kann sich so ein beträchtlicher Installationsaufwand mit entsprechend hohen Kosten ergeben.

Ein weiterer Nachteil der bekannten Vorrichtungen ist deren geringe Flexibilität. Da die Fläche und Orientierung der virtuellen Barriere ausschließlich durch die Anordnung der

Sende- und Empfangselemente bestimmt wird, erfordert eine Änderung oder Anpassung der virtuellen Barriere an geänderte Bedürfnisse stets einen erneuten mechanischen Installationsaufwand. Generell läßt sich feststellen, daß bei den bekannten Vorrichtungen die Form und Ausrichtung der virtuellen Barriere stets durch die tatsächliche Anordnung der Sende- und Empfangselemente bestimmt wird.

Ein weiterer Nachteil der zahlreichen Sende- und Empfangselemente ist die Tatsache, daß die Kosten der gesamten Vorrichtung aufgrund der benötigten Anzahl an Sende- und Empfangselementen mit zunehmender Größe der virtuellen Barriere spürbar ansteigen.

Schließlich sind die bekannten Vorrichtungen störanfällig im Bereich von stark spiegelnden Umgebungen oder im Bereich von Umgebungen, in denen starke Lichtblitze auftreten. Dies kann bspw. bei großen Abkantpressen oder bei Schweißrobotern vorliegen. In derartigen Umgebungen treten Lichtimpulse auf, die die Schutzvorrichtung in der Hinsicht stören können, daß ein gleichzeitig stattfindendes Durchbrechen der virtuellen Barriere nicht erkannt wird. Darüber hinaus können die bekannten Schutzvorrichtungen durch eine gewollte oder ungewollte Manipulation recht einfach außer Kraft gesetzt werden, indem der oder die Lichtstrahlen auf ihrem Weg vom Sende- zum Empfangselement bspw. mit einem Spiegel umgelenkt werden.

Insgesamt ist daher mit den bekannten Vorrichtungen zwar die Erzeugung einer optisch überwachten, virtuellen Barriere auf technisch einfache Weise möglich. Neben einem im Einzelfall beträchtlichen Installationsaufwand sind derartige Systeme jedoch wenig flexibel und sie können durch Manipulation vergleichsweise einfach außer Kraft gesetzt werden.

Im Stand der Technik ist des weiteren die Überwachung eines Raumbereichs mit Hilfe einer Bildaufnahmeeinheit in Form einer Videokamera bekannt. Eine derartige Vorrichtung ist bspw. in der DE-A-44 07 528 beschrieben. Bei diesen Vorrichtungen wird jedoch stets ein dreidimensionaler Raumbereich auf Bewegungen hin überwacht. Für die Absicherung einer sich bewegenden Maschine ist eine solche Vorrichtung nicht geeignet, da bereits durch die Bewegungen der Maschine selbst ein Schalt- bzw. Alarmsignal ausgelöst würde. Darüber hinaus basieren die bekannten Vorrichtungen zur Videoüberwachung sämtlich auf vergleichsweise aufwendigen Algorithmen zur Analyse des aufgenommenen, natürlichen Umgebungsbildes.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, die eine große Flexibilität und variable Einsatzmöglichkeiten bietet. Dabei soll der Installationsaufwand gering sein.

Diese Aufgabe wird bei der eingangs genannten Vorrichtung dadurch gelöst, daß die ersten Mittel eine Bildaufnahmeeinheit sowie ein definiertes Ziel aufweisen, dessen Abbild die Bildaufnahmeeinheit aufnimmt, und daß die zweiten Mittel eine Vergleichseinheit aufweisen, die das aufgenommene Abbild mit einer für ein Referenzbild charakteristischen Größe vergleicht.

Ganz allgemein handelt es sich bei der Bildaufnahmeeinheit um eine Kamera, die ein Abbild des definierten Ziels aufnimmt. Es ist hier jedoch im Gegensatz zu bekannten Kameraüberwachungen nicht erforderlich, daß das Abbild einem menschlichen Betrachter angezeigt wird. Entscheidend ist vielmehr, daß das aufgenommene Abbild in der Vergleichseinheit mit der charakteristischen Größe einer Referenz des definierten Ziels verglichen wird. Das Referenzbild entspricht im einfachsten Fall dem ungestörten Abbild des definierten Ziels. Dieses besitzt klar definierte, markante Merkmale, die leicht zu erkennen und auszuwerten sind. Es wird daher nachfolgend auch als kooperatives Ziel bezeichnet.

net.

Eine Abweichung des aufgenommenen Abbildes von dem Referenzbild wird insbesondere durch ein Objekt hervorgerufen, das im Sichtfeld der Bildaufnahmeeinheit zumindest einen Teil des definierten Ziels verdeckt. Die Veränderung des aufgenommenen Abbildes gegenüber dem Referenzbild kann aufgrund der bekannten Merkmale des definierten Ziels leicht erkannt werden. Infolge dessen läßt sich mit Hilfe der Bildaufnahmeeinheit in Kombination mit dem definierten Ziel eine optisch überwachte, virtuelle Barriere erzeugen.

Die charakteristische Größe kann das Referenzbild insgesamt beinhalten. Alternativ kann sie auch auf ein oder mehrere charakteristische Merkmale beschränkt sein, die aus dem Referenzbild extrahiert werden können. Zudem können das Referenzbild oder seine charakteristischen Merkmale in einem Speicher der Vergleichseinheit abgespeichert sein. Alternativ hierzu ist es möglich, den Vergleich in bezug zu einer externen Referenz durchzuführen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist in mehrfacher Hinsicht sehr flexibel. So wird bspw. die Form und Ausrichtung der virtuellen Barriere nicht mehr durch eine feste mechanische Anordnung von Sende- bzw. Empfangselementen bestimmt, sondern vor allem durch die Ausdehnung und Lage des definierten Ziels innerhalb des Sichtfeldes der Bildaufnahmeeinheit. Hierdurch ist es möglich, bei unveränderter Position und Ausrichtung der Bildaufnahmeeinheit allein durch eine Veränderung des definierten Ziels die Form oder Lage der virtuellen Barriere zu verändern.

Darüber hinaus können bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung durch eine entsprechende Ausgestaltung des definierten Ziels nahezu beliebig geformte, auch krummlinige virtuelle Barrieren erzeugt werden.

Bei mehreren definierten Zielen im Sichtfeld der Bildaufnahmeeinheit kann eines durch eine entsprechende Auswahl in der Vergleichseinheit bestimmt werden. Dies kann allein durch eine Änderung in einer Software der Vergleichseinheit, also ohne mechanischen Installationsaufwand, geschehen. Infolge dessen kann eine erfindungsgemäße Vorrichtung sehr einfach und schnell an neue Aufgaben angepaßt werden.

Darüber hinaus ist es möglich, mit einer einzigen Bildaufnahmeeinheit mehrere definierte Ziele gleichzeitig zu überwachen. Hierdurch ergibt sich die Möglichkeit, mehrere virtuelle Barrieren zu erzeugen, die gemeinsam oder alternativ zueinander verwendet werden. Bspw. können so mehrere hintereinander angeordnete virtuelle Barrieren mit zunehmender Sicherheitspriorität erzeugt und wahlweise aktiviert werden. Des weiteren können mehrere, voneinander unabhängige Gefahrenbereiche mit nur einer Bildaufnahmeeinheit in Kombination mit mehreren definierten Zielen überwacht werden.

Der Installationsaufwand der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist insgesamt sehr gering. Es genügt nämlich, die Bildaufnahmeeinheit grob auszurichten, so daß sich das definierte Ziel in deren Sichtfeld befindet. Eine exakte Ausrichtung, wie sie bspw. bei einer Lichtschranke erforderlich ist, wird hier nicht benötigt, da die Bildaufnahmeeinheit das definierte Ziel mit Hilfe an sich bekannter Verfahren der Bildbearbeitung auch dann identifizieren kann, wenn seine Position nicht exakt bekannt ist. Hinzu kommt, daß das definierte Ziel technisch sehr einfach realisierbar ist, wie anhand der nachfolgenden Beschreibung erläutert wird. So können als definiertes Ziel bspw. reflektierende Folien verwendet werden, die im einfachsten Fall auf den Boden oder eine Wand vor dem Gefahrenbereich geklebt werden. Bei einer solchen Ausgestaltung der Erfindung steigen der Installationsaufwand und die damit verbundenen Kosten nur gering-

fügig mit zunehmender Größe der virtuellen Barriere.

Hinzu kommt, daß die Ausrichtung der Bildaufnahmeeinheit mit Hilfe des von ihr aufgenommenen Abbildes sehr einfach durchgeführt werden kann, so daß spezielle Werkzeuge zum Ausrichten, wie z. B. ein Laser, entfallen.

Insgesamt ist die erfindungsgemäße Vorrichtung daher sehr flexibel und gleichzeitig einfach und damit kostengünstig zu installieren. Die genannte Aufgabe ist daher vollständig gelöst.

Darüber hinaus kann die erfindungsgemäße Vorrichtung auch dazu verwendet werden, Manipulationen an bestehenden mechanischen Schutzvorrichtungen zu überwachen. So ist es bspw. möglich, als definiertes Ziel einen Teil eines mechanischen Schutzgitters, das den Gefahrenbereich der Maschine absperrt, mitzuüberwachen. Die Entfernung dieses Schutzgitters und mit ihm des definierten Ziels würde von der Bildaufnahmeeinheit erkannt.

In einer Ausgestaltung der Erfindung weist die Bildaufnahmeeinheit einen flächigen Bildsensor mit einer Vielzahl von Bildpunkten auf.

Der Bildsensor kann bspw. in CCD- oder CMOS-Technologie aufgebaut sein. Sämtliche Lichtstrahlen, die die Bildaufnahmeeinheit erreichen, werden von dem Bildsensor gesammelt. Im Unterschied zu den bekannten Lichtgittern, bei denen eine Vielzahl von Lichtstrahlen parallel zueinander von jeweils einem Sende- zu einem Empfangselement verläuft, treffen sich alle aufgenommenen Lichtstrahlen hier bei einem Bildsensor. Eine feste Zuordnung von jeweils einem Sende- zu exakt einem Empfangselement ist nicht vorhanden und auch nicht notwendig. Das Abbild des definierten Ziels wird vielmehr mit sämtlichen Bildpunkten gemeinsam aufgenommen. Dies besitzt den Vorteil, daß der Ausfall eines oder auch mehrerer einzelner Bildpunkte des Bildsensors nicht zwangsläufig zur Folge hat, daß in der virtuellen Barriere eine Lücke entsteht.

Je größer die Anzahl der Bildpunkte des Bildsensors bei gleicher Größe des überwachten Bereichs ist, desto größer ist die Auflösung der Bildaufnahmeeinheit. Da hierdurch auch die Genauigkeit des Abbildes erhöht wird, wird durch eine Vielzahl von Bildpunkten die Genauigkeit und auch die Flexibilität der Vorrichtung gesteigert.

In einer weiteren Ausgestaltung weist das definierte Ziel zumindest einen künstlichen Bereich auf, der im Vergleich zu seiner Umgebung für die Bildaufnahmeeinheit erkennbar hervorgehoben ist.

Die genannte Maßnahme unterscheidet sich von einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung, bei der ein natürliches Objekt als Ziel ausgewertet wird. Im Gegensatz dazu besitzt das definierte Ziel in dieser Ausgestaltung zumindest einen Bereich, der definiert hervorgehoben ist. Dies kann bspw. durch einen farbigen Anstrich oder eine reflektierende Folie geschehen. Aufgrund dieser Maßnahme vereinfacht sich der Vergleich des Abbildes des definierten Ziels mit dem Referenzbild. Infolge dessen reduzieren sich der Aufwand und die Kosten bei der Realisierung der Vergleichseinheit, und der Vergleich des Abbildes mit dem Referenzbild kann schneller und zuverlässiger durchgeführt werden.

In einer weiteren Ausgestaltung weist das definierte Ziel ein strukturiertes, kontrastreiches Muster aus optisch stärker und weniger stark hervorgehobenen Bereichen auf.

Bei dieser Ausgestaltung der Erfindung wird erreicht, daß ein Objekt, das die virtuelle Barriere durchbricht, unabhängig von seiner eigenen Farbe bzw. seinen Reflexionseigenschaften erkannt werden kann. Wenn das eindringende Objekt nämlich optische Eigenschaften aufweist, die einem der kontrastreichen Musterbereiche ähneln, wird dieses Objekt vor dem Hintergrund des anderen Musterbereichs erkannt. Insgesamt wird aufgrund dieser Maßnahme die Zuverlässig-

keit und Sicherheit der erfindungsgemäßen Vorrichtung erhöht.

In einer weiteren Ausgestaltung der zuvor genannten Maßnahme beinhaltet das strukturierte Muster Positionsmarken zum Bestimmen einer aktuellen Position des definierten Ziels.

Aufgrund dieser Maßnahme wird die Installation der erfindungsgemäßen Vorrichtung nochmals erleichtert, da die Bildaufnahmeeinheit die aktuelle Position des definierten Ziels anhand der Positionsmarken per Software besonders einfach bestimmen kann. Hierdurch läßt sich die Genauigkeit, mit der die Bildaufnahmeeinheit mechanisch justiert werden muß, nochmals reduzieren. Ein weiterer Vorteil der genannten Maßnahme ist, daß die Vergleichseinheit die aktuelle Position des definierten Ziels beim Vergleich mit dem Referenzbild berücksichtigen kann, um so bspw. einen leichten Versatz des definierten Ziels zu erkennen.

Hierdurch kann ein Fehlalarm verhindert werden. Auch Vibrationen oder Schwingungen des definierten Ziels oder der Bildaufnahmeeinheit können aufgrund dieser Maßnahme in der Vergleichseinheit kompensiert werden.

In einer weiteren Ausgestaltung der zuvor genannten Maßnahmen beinhaltet das strukturierte Muster einen Code zum eindeutigen Identifizieren des definierten Ziels.

Dieser Code kann bspw. in Form eines Barcodes realisiert sein. Die genannte Maßnahme besitzt den Vorteil, daß verschiedene Ziele im Sichtbereich der Bildaufnahmeeinheit eindeutig erkannt und somit einer bestimmten Überwachungsfunktion zugeordnet werden können. Darüber hinaus ist aufgrund dieser Maßnahme eine Manipulation der Überwachungsvorrichtung durch Einführen eines "Falschziels" oder durch ein Verschieben des definierten Ziels beträchtlich erschwert. Auch die bereits erwähnte Überwachung von mechanischen Schutzgittern kann hierdurch nochmals verbessert werden, um eine Demontage des Schutzgitters zu verhindern.

In einer weiteren Ausgestaltung der zuvor genannten Maßnahmen ist der hervorgehobene Bereich stärker lichtreflektierend als seine Umgebung.

Das Hervorheben des Bereichs kann hiernach bspw. durch lichtreflektierende Folien oder Lackierungen oder auch durch das Anbringen von Reflektoren, wie bspw. "Katzenaugen", erreicht werden. Die genannte Maßnahme besitzt den Vorteil, daß sich das definierte Ziel auf sehr einfache und kostengünstige Weise realisieren läßt. Darüber hinaus ist das definierte Ziel in dieser Ausgestaltung rein passiv, so daß hier jeglicher Verkabelungsaufwand entfällt.

In einer weiteren Ausgestaltung der zuvor genannten Maßnahme ist der stärker reflektierende Bereich retroreflektierend.

Retroreflektierende Materialien sind im Stand der Technik an sich bekannt. Es handelt sich dabei um Materialien, die einen Lichtstrahl in die Richtung reflektieren, aus der er auf das entsprechende Material auftrifft. Im Gegensatz dazu reflektieren andere Materialien entweder diffus, d. h. in alle Richtungen, oder entsprechend dem Gesetz "Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel", d. h. abweichend von der Einfallrichtung. Die Maßnahme besitzt den Vorteil, daß der Wirkungsgrad der Reflexion besonders hoch ist, wodurch die Vorrichtung besonders gut gegen Fremdlichtstörungen geschützt ist. Ein Beispiel für ein retroreflektierendes Element sind die bereits erwähnten "Katzenaugen", die unter anderem als Rückstrahler bei Kraftfahrzeugen Verwendung finden.

In einer alternativen Ausgestaltung der zuvor genannten Maßnahmen ist der hervorgehobene Bereich selbstleuchtend.

Dies kann mit aktiv leuchtenden Folien, bspw. Fluores-

zenz-Folien, oder auch mit Hilfe von Leuchtdioden realisiert sein. Die Maßnahme besitzt den Vorteil, daß die erfindungsgemäße Vorrichtung vom Umgebungslicht unabhängig ist und somit auch in dunklen Bereichen verwendet werden kann. Hinzu kommt, daß der Wirkungsgrad der Lichterzeugung besonders gut ist, da das Licht nur den einfachen Weg von dem definierten Ziel zur Bildaufnahmeeinheit zurücklegen muß.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weisen die ersten Mittel ferner eine Lichtquelle zur Beleuchtung des definierten Ziels auf.

Auch diese Maßnahme besitzt den Vorteil, daß die erfindungsgemäße Vorrichtung unabhängig vom Umgebungslicht ist. Infolge dessen kann eine sichere Funktion auch in schlecht beleuchteten Bereichen oder beim Ausfall der Umgebungsbeleuchtung gewährleistet werden. Hinzu kommt, daß die Vergleichseinheit hierdurch stets determinierte, gleichbleibende Lichtverhältnisse vorfindet, wodurch die Zuverlässigkeit des Vergleichs erhöht ist.

In einer weiteren Ausgestaltung der zuvor genannten Maßnahme ist die Lichtquelle eine Infrarot-Lichtquelle.

Die Verwendung von Infrarot-Lichtquellen, wie bspw. Infrarot-LED's, ist im Stand der Technik an sich bekannt. Im Hinblick auf die vorliegende Erfindung besitzt die Maßnahme den Vorteil, daß durch die Beleuchtung, die für das menschliche Auge nicht sichtbar ist, der umgebende Bereich nicht beeinträchtigt wird. Hinzu kommt, daß durch die Verwendung einer Infrarot-Lichtquelle die Bildaufnahmeeinheit durch Verwendung eines Sperrfilters auf den entsprechenden Frequenzbereich beschränkt werden kann, so daß störende Einflüsse durch Reflexionen des sichtbaren Lichts in der Umgebung reduziert werden.

In einer weiteren Ausgestaltung der zuvor genannten Maßnahmen ist die Lichtquelle im Bereich der Bildaufnahmeeinheit angeordnet.

In Verbindung mit der Verwendung von retroreflektierenden Materialien für das definierte Ziel besitzt diese Maßnahme den Vorteil, daß der Wirkungsgrad und damit die Empfindlichkeit der Vorrichtung besonders gut ist. Darüber hinaus kann die Bildaufnahmeeinheit in dieser Ausgestaltung der Erfindung als besonders kompakte und daher leicht zu installierende Einheit realisiert werden.

In einer weiteren Ausgestaltung besitzt die Lichtquelle eine Richtcharakteristik, die dem Verlauf des definierten Ziels angepaßt ist.

Diese Maßnahme ist besonders vorteilhaft, wenn das definierte Ziel zur Erzeugung einer flächigen virtuellen Barriere in Form eines länglichen Streifens ausgebildet wird. Bei einer Lichtquelle ohne Richtcharakteristik ergibt sich in diesem Fall eine sehr ungünstige Energiebilanz im Hinblick auf die vollständige Beleuchtung des definierten Ziels. Hinzu kommt, daß durch eine Lichtquelle mit einer Richtcharakteristik auch störende Reflexionen aus der Umgebung verringert werden. Dies wiederum erhöht die Funktionssicherheit der gesamten Vorrichtung.

In einer weiteren Ausgestaltung weist die Lichtquelle leuchtmitternde Halbleiter auf.

Leuchtmitternde Halbleiter, sogenannte LED's, sind im Stand der Technik als Lichtquellen an sich bekannt. Im Hinblick auf die vorliegende Erfindung besitzen sie jedoch den Vorteil, daß ihre hohe Lebensdauer eine besonders zuverlässige und sichere Funktion der Schutzvorrichtung ermöglicht. Dies ist im Hinblick auf den Sicherheitsaspekt, der mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung verbunden ist, von besonderem Vorteil.

In einer weiteren Ausgestaltung ist das Licht der Lichtquelle moduliert.

Moduliert bedeutet, daß die Intensität der Lichtquelle

während des Betriebs bewußt unterschiedlich gesteuert wird. In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung wird das Licht der Lichtquelle gepulst, d. h. die Lichtquelle sendet nur einzelne Lichtimpulse aus. Die Maßnahme besitzt den Vorteil, daß störende Reflexionen aus dem Umgebungsbereich eliminiert werden können, indem das Referenzbild in der Vergleichseinheit sowohl mit einem unbeleuchteten als auch mit einem beleuchteten Abbild des definierten Ziels verglichen wird. Dies kann auch mittels einer Differenzabbildung erfolgen.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist die Bildaufnahmeeinheit eine bildbeeinflussende Optik auf.

Diese Maßnahme besitzt den Vorteil, daß das Sichtfeld der Bildaufnahmeeinheit gezielt an verschiedene, ggf. wechselnde Umgebungsbedingungen angepaßt werden kann. Insbesondere kann die erfindungsgemäße Vorrichtung hierdurch an weit ausgedehnte und/oder mit Hindernissen bestückte Umgebungen angepaßt werden.

In einer Ausgestaltung der zuvor genannten Maßnahme beinhaltet die Optik einen Spiegel, über den das Abbild des definierten Ziels auf die Bildaufnahmeeinheit umgelenkt ist.

Diese Maßnahme besitzt den Vorteil, daß die Bildaufnahmeeinheit die Fähigkeit erhält, "um die Ecke" zu gucken. Infolge dessen ist es mit der genannten Maßnahme möglich, eine virtuelle Barriere auch dort einzurichten, wo mechanische Hindernisse im Raum vorhanden sind.

In einer weiteren Ausgestaltung der zuvor genannten Maßnahme ist der Spiegel ein Hohlspiegel.

Diese Maßnahme ist besonders vorteilhaft, da mit einem Hohlspiegel der Strahlengang der Lichtstrahlen, die auf die Bildaufnahmeeinheit fokussiert sind, zu einem parallelen Strahlengang umgewandelt werden kann. Hierdurch ist es besonders einfach möglich, der virtuellen Barriere eine in etwa rechteckige Fläche zu geben. Darüber hinaus kann mit einem Hohlspiegel ein sehr lang gestreckter Überwachungsbereich realisiert werden.

In einer weiteren Ausgestaltung beinhaltet die Optik ein Prisma, über das das Abbild des definierten Ziels auf die Bildaufnahmeeinheit umgelenkt ist.

Diese Maßnahme ist besonders vorteilhaft, um mit einer einzigen Bildaufnahmeeinheit verschiedene, voneinander getrennte Bereiche zu überwachen. Auch mit dieser Maßnahme ist es daher sehr einfach und kostengünstig möglich, bspw. eine rechteckige virtuelle Barriere zu erzeugen.

In einer weiteren Ausgestaltung der zuvor genannten Maßnahmen ist die Optik anamorphotisch.

Eine anamorphotische Optik zeichnet sich dadurch aus, daß der Abbildungsmaßstab der Optik in zwei zueinander und jeweils zur optischen Achse senkrechten Richtungen verschieden ist. Hierdurch wird das Abbild verzerrt. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung besitzt die Maßnahme den besonderen Vorteil, daß mit nur einer Bildaufnahmeeinheit eine sehr "dünne" und trotzdem sehr langgestreckte und großflächige virtuelle Barriere, insbesondere mit einer rechteckigen Fläche, realisiert werden kann.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist das definierte Ziel linienförmig ausgedehnt.

Diese Maßnahme besitzt den Vorteil, daß hierdurch sehr großflächige und gleichzeitig dünne virtuelle Barrieren in der Art eines Vorhangs erzeugt werden können. Die Linien können dabei auch gekrümmt verlaufen.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weisen die zweiten Mittel ferner eine Einrichtung zum nicht-flüchtigen Abspeichern des aufgenommenen Abbildes auf.

Diese Maßnahme ist besonders vorteilhaft zur Dokumentation eines Durchbrechens der virtuellen Barriere, die zwangsläufig dazu führt, daß ein Objekt in den abgesicherten Gefahrenbereich eindringt. Bei der Absicherung von

Maschinen ist auf diese Weise eine Dokumentation möglich, die zur Erforschung von Unfallursachen und auch im Hinblick auf die Zulassung durch zuständige Aufsichtsbehörden vorteilhaft ist. Die Maßnahme verleiht der erfindungsgemäßen Vorrichtung eine Funktion, die mit den bisher verwendeten Lichtgittern etc. allein nicht realisierbar ist.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist die Vergleichseinheit Mittel zum nicht-flüchtigen Abspeichern einer Anordnung von definierten Zielen auf.

Diese Maßnahme bildet die bereits weiter oben diskutierten Merkmale der Erfindung weiter, mit denen sich der Installationsaufwand der erfindungsgemäßen Vorrichtung beträchtlich reduziert. Mit der hier vorliegenden Maßnahme ist es möglich, verschiedene Konfigurationen von virtuellen Barrieren derart abzuspeichern, daß sie für eine bestimmte Betriebsumgebung einfach ausgewählt werden können. Die Maßnahme erhöht daher die Flexibilität der verwendeten Vorrichtung beträchtlich. Darüber hinaus besitzt die Maßnahme den Vorteil, daß hierdurch eine Veränderung der Umgebung in einem Zeitraum, in dem die virtuelle Barriere nicht benötigt wird und in dem die Vorrichtung daher abgeschaltet ist, zuverlässig erkannt werden kann. Hierdurch können Fehlfunktionen und daraus folgende Sicherheitslücken vermieden werden.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist die Vergleichseinheit Mittel zur Kompensation von Vibrationen des definierten Ziels auf.

Die genannten Mittel können bspw. eine Software beinhalten, die die aktuelle Position des definierten Ziels bestimmt und anschließend Veränderungen der aktuellen Position innerhalb vorgegebener Toleranzbereiche ignoriert. Die Maßnahme ist besonders vorteilhaft bei der Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung im Bereich schwerer Maschinenanlagen, wie bspw. einer hydraulischen Presse, in deren Umgebung aufgrund der schweren bewegten Maschinenteile zwangsläufig Vibrationen auftreten.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist die Vergleichseinheit Mittel zur Kompensation von Verschmutzungen des definierten Ziels auf.

Derartige Mittel beinhalten bspw. einen Speicher, in dem ein Langzeit-Mittelwert der aufgenommenen Abbilder gespeichert wird. Der Vergleich eines aktuell aufgenommenen Abbildes mit diesem Langzeit-Mittelwert ermöglicht es, eine schleichend auftretende Verschmutzung des definierten Ziels von einer Abschattung durch ein Objekt zu unterscheiden. Die Maßnahme ist besonders vorteilhaft, um einen zuverlässigen und fehlerfreien Langzeitbetrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung auch in staubigen Umgebungen zu gewährleisten. Dabei können aufgrund der genannten Maßnahme fehlerhafte Schaltreaktionen der Vorrichtung vermieden werden.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist die Vergleichseinheit ein Sperrfilter zur Unterdrückung von Fremdlicht auf.

Diese Maßnahme besitzt den Vorteil, daß störende Lichtreflexe oder -blitze aus der Umgebung besonders gut unterdrückt werden. Hierdurch wird die Funktionssicherheit der Vorrichtung erhöht.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die Vergleichseinheit zweikanalig-redundant aufgebaut.

Besonders bevorzugt ist es, wenn die beiden Kanäle der Vergleichseinheit diversitär, d. h. mit unterschiedlichen Bauelementen realisiert sind. Die genannte Maßnahme besitzt den Vorteil, daß hierdurch Fehler bzw. Fehlfunktionen der Vergleichseinheit rechtzeitig erkannt werden können, was im Hinblick auf die sicherheitskritische Funktion der virtuellen Barriere von besonderem Vorteil ist. In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung werden

die Ergebnisse aus jedem Kanal der Vergleichseinheit mit Hilfe eines Dual-Ported-RAM miteinander verglichen, um einen fehlerfreien Betrieb der gesamten Vorrichtung zu gewährleisten. Eine derartige Maßnahme ist technisch besonders einfach und kostengünstig realisierbar.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weisen die ersten Mittel mehrere Bildaufnahmeeinheiten auf, deren Sichtfelder aneinander angrenzen.

Mit dieser Maßnahme lassen sich virtuelle Barrieren in beliebiger Ausdehnung und Form erzeugen, so daß eine besonders große Flexibilität hinsichtlich der Verwendungsmöglichkeiten erreicht wird.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung erzeugen die ersten Mittel mehrere virtuelle Barrieren, die räumlich hintereinander gestaffelt sind.

Diese Maßnahme besitzt zum einen den Vorteil, daß eine Absicherung des Gefahrenbereichs auch dann noch gegeben ist, wenn eine der virtuellen Barrieren aufgrund eines Fehlers ausfällt. Zu anderen kann auf diese Weise eine Absicherung mit zunehmender Sicherheitsstufe realisiert werden, beispielsweise zunächst eine Vorwarnung und erst in der zweiten Stufe eine Abschaltung der Maschine. Die zueinander parallel verlaufenden, gestaffelten Barrieren können aufgrund der Erfindung auf besonders einfache und kostengünstige Weise mit einer Bildaufnahmeeinheit sowie mehreren definierten Zielen realisiert werden.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung,

Fig. 2 das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 in einer Draufsicht entlang der Linie II-II,

Fig. 3 verschiedene Abbilder des definierten Ziels in dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1,

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Bildaufnahmeeinheit,

Fig. 5 das Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Bildaufnahme- und Auswerteeinheit,

Fig. 6-8 Ausführungsbeispiele von definierten Zielen,

Fig. 9 eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung,

Fig. 10 eine schematische Darstellung eines dritten Ausführungsbeispiels der Erfindung,

Fig. 11 die überwachte Fläche der virtuellen Barriere bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1,

Fig. 12 ein Ausführungsbeispiel zur Erzeugung einer rechteckigen virtuellen Barriere,

Fig. 13 ein weiteres Ausführungsbeispiel zur Erzeugung einer rechteckigen virtuellen Barriere,

Fig. 14 eine schematische Darstellung zur Erläuterung der Funktionsweise einer anamorphotischen Optik,

Fig. 15 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem Hohlspiegel,

Fig. 16 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem Hohlspiegel,

Fig. 17 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung mit zwei Bildaufnahmeeinheiten, deren Überwachungsbereiche sich ergänzen,

Fig. 18 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung mit zwei Prismen und

Fig. 19 ein Flußdiagramm, das die Funktionsweise der er-

findungsgemäßen Vorrichtung erläutert.

In den Fig. 1 und 2 ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung in ihrer Gesamtheit mit der Bezugsziffer 10 bezeichnet.

Die Vorrichtung 10 weist eine kombinierte Bildaufnahme- und Auswerteeinheit 12 auf, die nachfolgend vereinfacht als Kamera bezeichnet wird. Die Kamera 12 nimmt über ein Objektiv 14 das Abbild eines definierten Ziels in Form einer Markierung 16 auf, die nachfolgend anhand der Fig. 6 bis 8 näher erläutert wird.

Mit der Bezugsziffer 18 ist eine Lichtquelle bezeichnet, die im vorliegenden Fall mehrere Infrarot-LED's beinhaltet. Mit der Bezugsziffer 20 sind einzelne Lichtstrahlen bezeichnet, die von der Markierung 16 zur Kamera 12 reflektiert werden. Mit der Bezugsziffer 22 ist der Lichtkegel bezeichnet, der von der Lichtquelle 18 ausgeht und der die Markierung 16 derart beleuchtet, daß die reflektierten Lichtstrahlen 20 die Kamera 12 erreichen.

Wie anhand der Darstellung in den Fig. 1 und 2 zu erkennen ist, besitzt die Lichtquelle 18 eine Richtcharakteristik derart, daß der Lichtkegel 22 in etwa auf die Ausdehnung der Markierung 16 fokussiert ist. Bei der hier linienförmigen, länglichen Markierung 16 ist dies dadurch realisiert, daß die Lichtquelle 18 einzelne, parallel zur Ausdehnung der Markierung 16 nebeneinander angeordnete LED's besitzt.

Mit der Bezugsziffer 24 ist ein Stab bezeichnet, der derart in den Raumbereich zwischen der Kamera 12 und der Markierung 16 gehalten wird, daß er zumindest einige der Lichtstrahlen 20 unterbricht und daher das von der Kamera 12 aufgenommene Abbild der Markierung 16 verändert.

Mit der Bezugsziffer 26 ist in Fig. 2 ein Gefahrenbereich bezeichnet, der eine Maschine 28 in Form eines Roboterarms kreisförmig umgibt.

Die Lichtstrahlen 20, mit denen die Kamera 12 das Abbild der Markierung 16 aufnimmt, bilden in Kombination mit der nachfolgend näher erläuterten Auswertung eine virtuelle Barriere 30, deren Durchbrechen mit einem Gegenstand oder von einer Person detektiert werden kann.

In Fig. 3 sind beispielhaft vier verschiedene Abbilder 34a bis 34d gezeigt, die die Kamera 12 in unterschiedlichen Situationen von der Markierung 16 aufnimmt. Das Abbild 34a zeigt die Markierung 16 im Ausgangszustand nach dem Inbetriebnehmen der Vorrichtung 10. Das Abbild 34a entspricht damit dem Referenzbild, mit dem die nachfolgend aufgenommenen Abbilder der Markierung 16 zur Überwachung der virtuellen Barriere 30 verglichen werden.

In dem Abbild 34b ist die Markierung 16 im Vergleich zum Abbild 34a verschoben. Eine derartige Verschiebung kann das Ergebnis einer Momentaufnahme sein, wenn die Markierung 16 bspw. aufgrund von schweren Bewegungen der Maschine 28 vibriert. Der in diesem Fall auftretende Versatz der Markierung 16 muß sich jedoch innerhalb vorgegebener Grenzen bewegen. Überschreitet der Versatz diese vorgegebenen Grenzen oder findet keine Vibrationskompensation bei der Auswertung des aufgenommenen Abbildes 34 statt, stellt die Auswerteeinheit der Kamera 12 fest, daß das Abbild 34b nicht dem erwarteten Referenzbild gemäß Abbild 34a entspricht. Dies kann bspw. das Ergebnis einer unbeabsichtigten oder auch einer bewußt manipulierenden Verschiebung der Markierung 16 sein. In beiden Fällen wird die Auswerteeinheit der Kamera 12 ein Schalt- oder Alarmsignal generieren.

In dem Abbild 34c ist die Markierung 16 vollständig verschwunden. Dies kann bspw. die Folge einer zu starken Verschmutzung der Markierung 16 oder eines Ausfalls der Lichtquelle 18 sein. In jedem Fall deutet die Abweichung des Abbildes 34c von dem Referenzbild gemäß Abbild 34a auf eine Funktionsstörung hin, die die Sicherheit der virtuel-

len Barriere 30 gefährdet. Auch in diesem Fall wird die Auswerteeinheit der Kamera 12 daher ein Schaltsignal generieren.

In dem Abbild 34d ist die Markierung 16 durch den Stab 24 überlagert. Auch diese Situation bedeutet eine Veränderung gegenüber dem Referenzbild gemäß Abbild 34a. Die Auswerteeinheit der Kamera 12 wird daher auch in diesem Fall ein Schalt- oder Alarmsignal erzeugen. An diesem Beispiel wird deutlich, daß die Kamera 12 ein Durchbrechen der virtuellen Barriere 30 durch Vergleich des aufgenommenen Abbildes 34d mit dem erwarteten Referenzbild detektieren kann.

Bei der Beschreibung der nachfolgenden Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen dieselben Elemente, die bereits anhand der vorhergehenden Fig. 1 bis 3 erläutert wurden.

In Fig. 4 ist eine bevorzugte Ausführung der Kamera 12 dargestellt, bei der die Lichtquelle 18 einzelne Infrarot-LED's aufweist, die konzentrisch zu dem Objektiv 14 der Kamera angeordnet sind. Des weiteren ist bei diesem Ausführungsbeispiel die gesamte Bildaufnahme- und Auswertelektronik innerhalb des Gehäuses 38 der Kamera 12 untergebracht.

Wie anhand des Blockschaltbildes in Fig. 5 zu erkennen ist, weist die Kamera 12 zusätzlich zu den bereits erläuterten Komponenten eine Steuerschaltung 42 sowie im vorliegenden Fall zwei zueinander redundante Vergleichseinheiten 44a und 44b auf. Die Steuerschaltung 42 steuert die Lichtquelle 18, die im vorliegenden Fall gepulst moduliert ist. Dies ist beispielhaft anhand eines Lichtblitzes 46 dargestellt.

Die Steuerschaltung 42 steuert des weiteren die eigentliche Bildaufnahme und ist zu diesem Zweck mit einem flächigen Bildsensor 48 mit einer Vielzahl von hier nicht dargestellten Bildpunkten verbunden. Der Bildsensor 48 ist beispielhaft ein CCD-Bildsensor (Charge Coupled Device). Alternativ kann es sich hier um einen Bildsensor in CMOS-Technologie handeln.

Schließlich ist die Steuerschaltung 42 mit zwei zueinander red- und anten Prozessoren 50a und 50b verbunden, denen sie die Signale des Bildsensors 48 sowie weitere Steuerinformationen zuführt. Die Prozessoren 50a, 50b bilden jeweils den Kern der Vergleichseinheiten 44a, 44b.

Mit der Bezugsziffer 52a, 52b ist jeweils ein Speicher bezeichnet, in dem jeweils eine für das Abbild 34 der Markierung 16 charakteristische Größe abgelegt ist. Die charakteristische Größe kann bspw. sämtliche Bildpunkte des Referenzbildes entsprechend dem Abbild 34a beinhalten. Alternativ hierzu sind im vorliegenden Ausführungsbeispiel jedoch nur charakteristische Merkmale, die aus dem Referenzbild der Markierung 16 extrahiert sind, abgelegt.

Mit der Bezugsziffer 54a, 54b ist jeweils ein nicht-flüchtiger Speicher bezeichnet, in dem die Vergleichseinheiten 44a, 44b das zuletzt aufgenommene Abbild 34 abspeichern, wenn sie ein Durchbrechen der virtuellen Barriere 30 detektieren. Das gespeicherte Abbild kann später zur Auswertung von möglichen Unfallursachen oder zur Dokumentation verwendet werden. Darüber hinaus können in den nicht-flüchtigen Speichern 54a, 54b Konfigurationen verschiedener Markierungen 16 im Sichtfeld der Kamera 12 abgespeichert sein, die wahlweise aktivierbar sind.

Mit der Bezugsziffer 56 ist eine Schnittstelle an ein sicheres Bussystem bezeichnet. Hierüber kann die Kamera 12 in ein bestehendes Sicherheitssystem eingebunden werden. Darüber hinaus ist über diese Schnittstelle 56 die Kamera 12 konfigurierbar und es können Schalt- oder Alarmsignale übertragen werden.

Mit der Bezugsziffer 58 ist ein Schalt- und/oder Alarmsignal bezeichnet, das von jeder der Vergleichseinheiten 44a,

44b ausgelöst wird, wenn entweder ein Durchbrechen der virtuellen Barriere 30 detektiert wird oder wenn ein Fehler innerhalb der Kamera 12 festgestellt wird. Zur gegenseitigen Überwachung und Kontrolle der Vergleichseinheiten 44a, 44b sind die beiden Prozessoren 50a, 50b über ein Dual-Ported-RAM verbunden. Hierbei handelt es sich um einen Speicher, auf den jeder der beiden Prozessoren 50a, 50b zugreifen kann, so daß ein Abgleich der abgelegten Daten stattfinden kann. Das Dual-Ported-RAM ist hier durch einen Pfeil 60 dargestellt.

Abweichend von dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel besitzt die Kamera 12 in anderen Ausführungsbeispielen zwei zueinander redundante Bildsensoren 48 sowie zueinander redundante Lichtquellen 18. Die beiden Bildsensoren 48 sind dann entweder mit jeweils einer eigenen Optik versehen oder mit einer gemeinsamen Stereoptik kombiniert.

In den Fig. 6 bis 8 sind Ausführungsbeispiele der Markierung 16 näher dargestellt. Allen Ausführungsbeispielen ist gemeinsam, daß die Markierung 16 ein strukturiertes, kontrastreiches Muster aus stark reflektierenden Bereichen 66 und schwach reflektierenden Bereichen 68 aufweist. Bei dem Ausführungsbeispiel in Fig. 6 ist die Markierung 16 linienförmig ausgedehnt und besitzt einen länglichen, linienförmigen Bereich 66, der stark reflektierend ist. Dieser Bereich besteht hier aus einer retroreflektierenden Folie. Der umgebende Bereich 68 ist schwach reflektierend und besteht aus einer sehr dunklen Folie. Mit der Bezugsziffer 70 sind zwei reflektierende Positionsmarken bezeichnet, die sich ebenfalls kontrastreich von dem dunklen Bereich 68 abheben. Die Positionsmarken 70 sind in einem definierten Abstand zueinander angeordnet und ermöglichen eine exakte Positionsbestimmung der Markierung 16.

In Fig. 7 ist als weiteres Ausführungsbeispiel eine kreis- bzw. punktförmige Markierung 16 dargestellt. Sie besitzt einen stark reflektierenden Zentralbereich 72 sowie konzentrisch dazu angeordnete, ebenfalls stark reflektierende Winkelmarken 74. Der Bereich 68, der den Zentralbereich 72 sowie die Winkelmarken 74 umgibt, ist schwach reflektierend. Die Bogenlänge der Winkelmarken 74 stellt einen Code dar, mit dem die Markierung 16 in diesem Ausführungsbeispiel gegenüber anderen, ähnlichen Markierungen 16 unterscheidbar ist. Im übrigen ist mit Hilfe der Markierung 16 gemäß Fig. 7 die Erzeugung einer virtuellen Barriere möglich, deren Form in etwa derjenigen einer Lichtschranke entspricht. Alternativ hierzu können jedoch eine Vielzahl von punktförmigen Markierungen 16 entsprechend Fig. 7 zu einer linienförmigen Markierung aneinander gereiht werden.

In Fig. 8 ist ein Ausschnitt eines weiteren Ausführungsbeispiels einer linienförmigen, länglich ausgedehnten Markierung 16 dargestellt. Zusätzlich zu dem bereits erläuterten, stark reflektierenden Bereich 66 sowie dem schwach reflektierenden Bereich 68 besitzt diese Markierung 16 einen Barcode 76, der durch eine definierte Abfolge von stark und schwach reflektierenden Bereichen gebildet ist. Mit Hilfe des Barcodes 76 ist die Markierung 16 dieses Ausführungsbeispiels eindeutig von anderen Markierungen im Sichtfeld der Kamera 12 unterscheidbar.

Sämtlichen gezeigten Markierungen 16 ist gemeinsam, daß aufgrund der Kombination eines stark und eines schwach reflektierenden Bereichs das Durchbrechen der virtuellen Barriere 30 mit unterschiedlich stark reflektierenden Objekten detektierbar ist. Handelt es sich bspw. um ein Objekt, das selbst eine stark reflektierende Oberfläche aufweist, besteht die Möglichkeit, daß dieses Objekt von der Kamera 12 vor dem Hintergrund der stark reflektierenden Bereiche 66 nicht detektiert wird. In diesem Fall erkennt die Kamera 12 dieses Objekt jedoch vor dem Hintergrund der schwach

nierten Ziels (16) angepaßt ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle (18) lichtemittierende Halbleiter aufweist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, 5 dadurch gekennzeichnet, daß das Licht (46) der Lichtquelle (18) moduliert ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildaufnahmeeinheit (12) eine bildbeeinflussende Optik (14; 94; 108, 110) 10 aufweist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Optik einen Spiegel (94) beinhaltet, über den das Abbild (34) des definierten Ziels (16) auf die Bildaufnahmeeinheit (12) umgelenkt ist. 15

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Spiegel (94) ein Hohlspiegel ist.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Optik ein Prisma (108, 110) beinhaltet, über das das Abbild (34) des definierten Ziels (16) auf die Bildaufnahmeeinheit (12) 20 umgelenkt ist.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Optik (14) anamorphotisch ist. 25

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß das definierte Ziel (16) linienförmig ausgedehnt ist.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Mittel (44a, 44b) ferner eine Einrichtung (54a, 54b) zum nicht-flüchtigen Abspeichern des aufgenommenen Abbildes (34) aufweisen. 30

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Vergleichseinheit (44a, 44b) eine Einrichtung (54a, 54b) zum nicht-flüchtigen Abspeichern einer Anordnung von definierten Zielen (16) aufweist. 35

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Vergleichseinheit (44a, 44b) Mittel (50a, 50b) zur Kompensation von Vibrationen des definierten Ziels (16) aufweist. 40

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Vergleichseinheit (44a, 44b) Mittel (50a, 50b) zur Kompensation von Verschmutzungen des definierten Ziels (16) aufweist. 45

26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Vergleichseinheit (44a, 44b) ein Sperrfilter zur Unterdrückung von Fremdlicht aufweist. 50

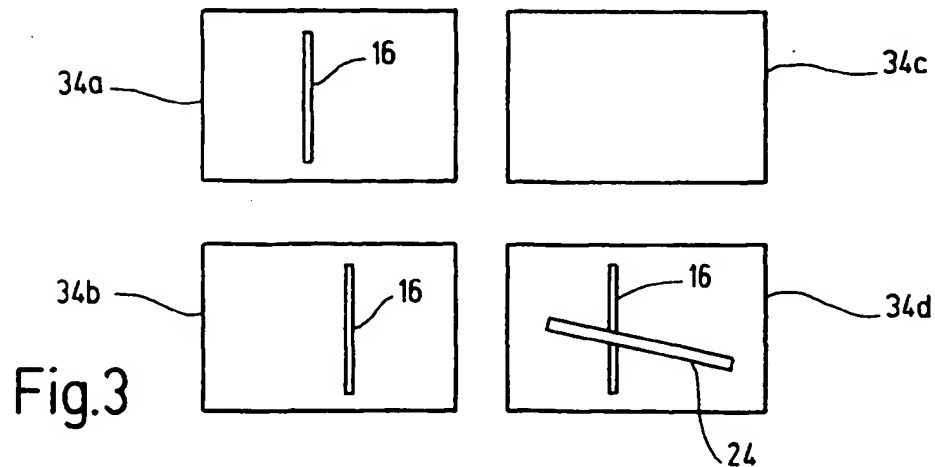
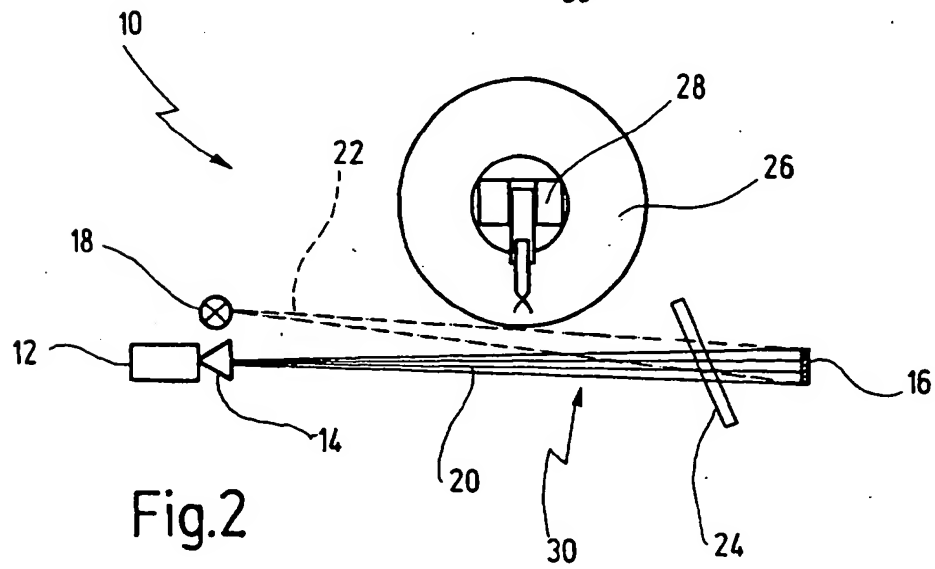
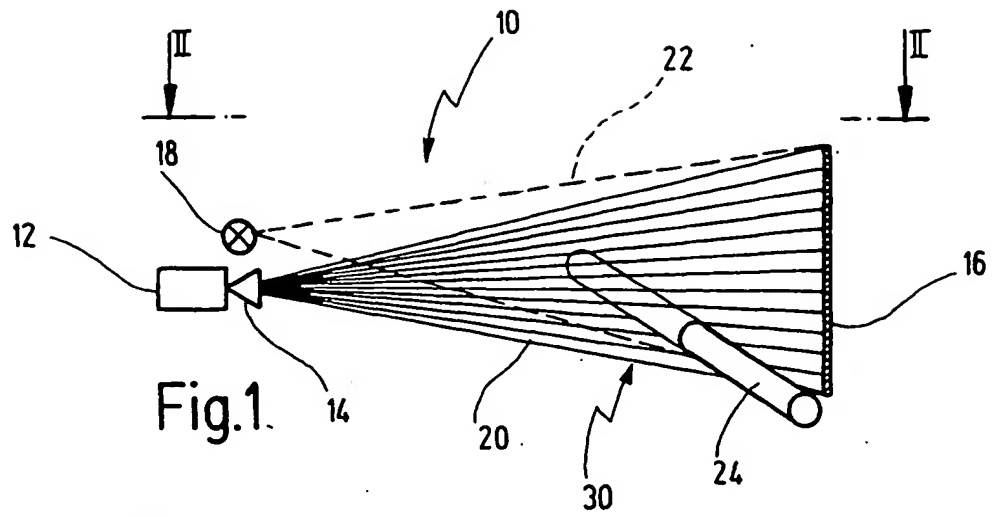
27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Vergleichseinheit (44a, 44b) zweikanalig-redundant aufgebaut ist.

28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Mittel (12, 16, 18) mehrere Bildaufnahmeeinheiten (12, 12') aufweisen, deren Sichtfelder aneinandergrenzen. 55

29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Mitteln (12, 16, 18) mehrere virtuelle Barrieren (30) erzeugen, die 60 räumlich hintereinander gestaffelt sind.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



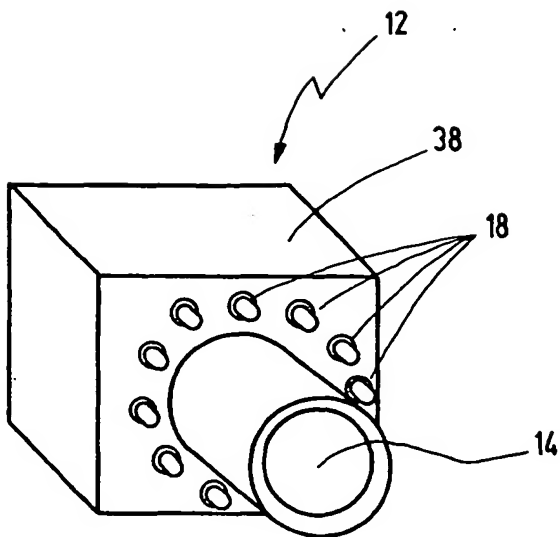


Fig. 4

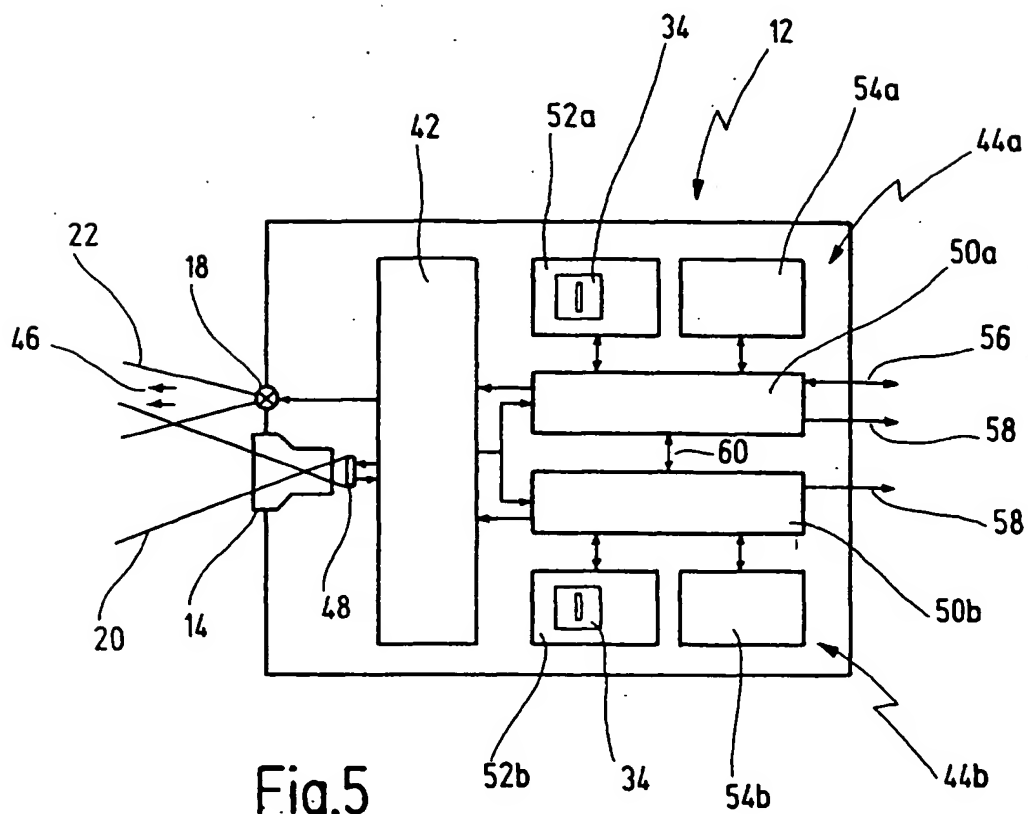


Fig. 5

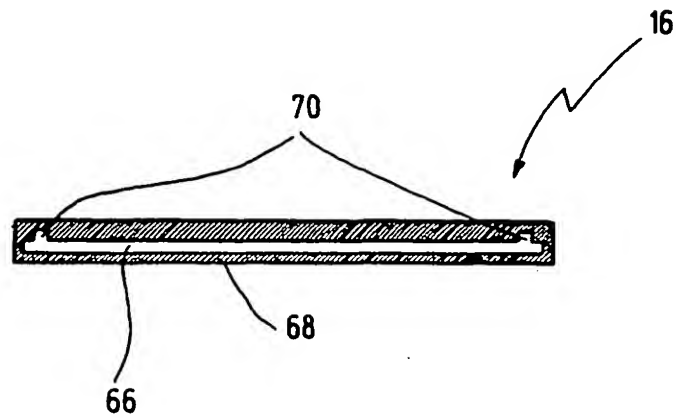


Fig. 6

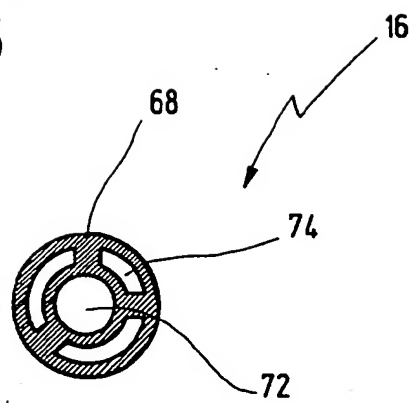


Fig. 7

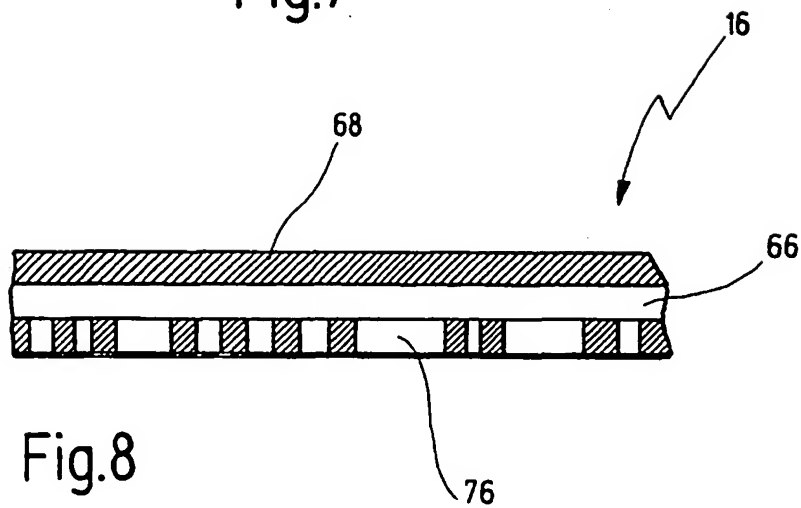


Fig. 8

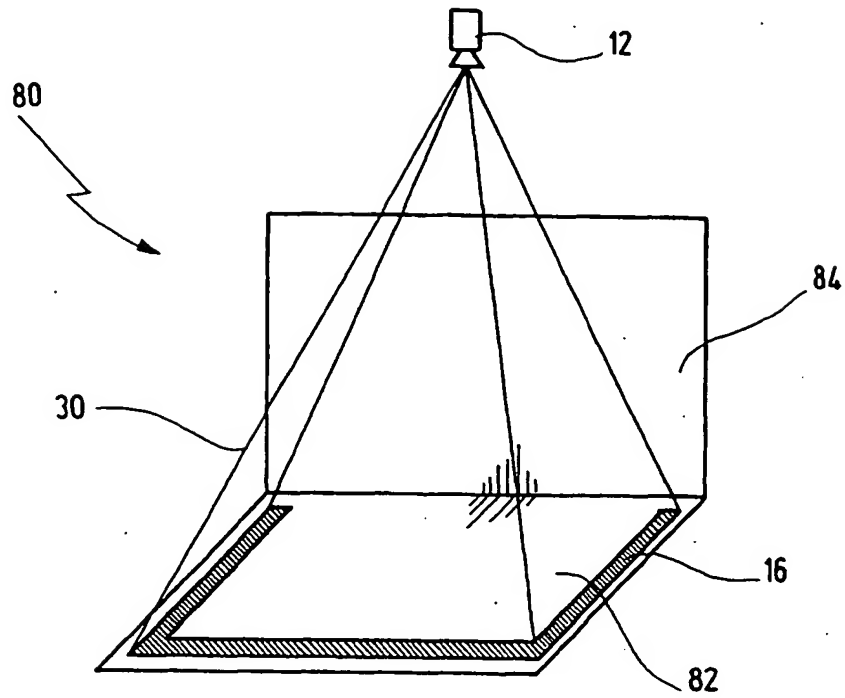


Fig.9

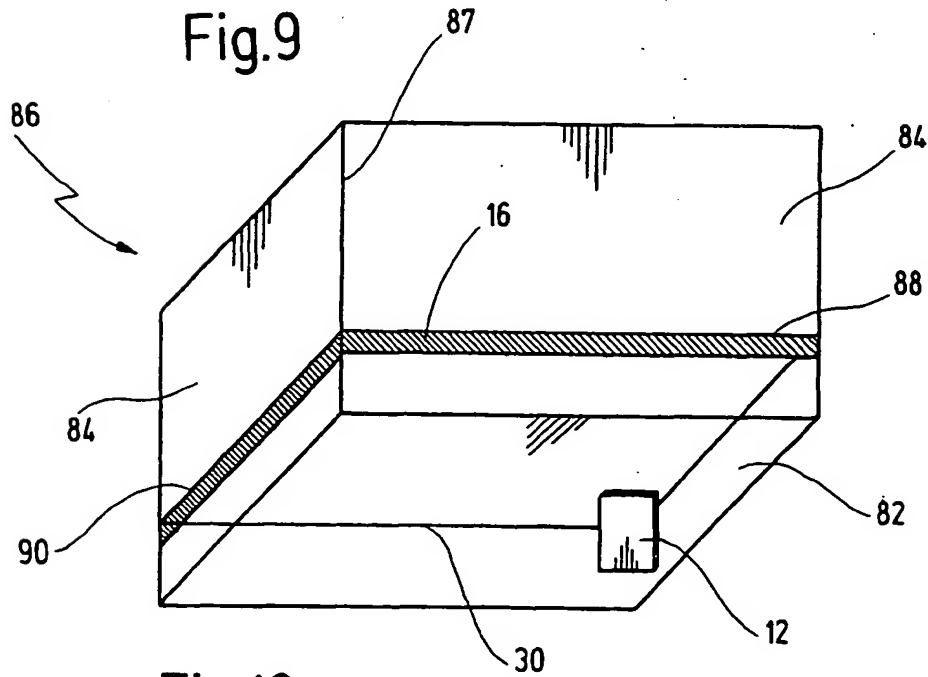


Fig.10

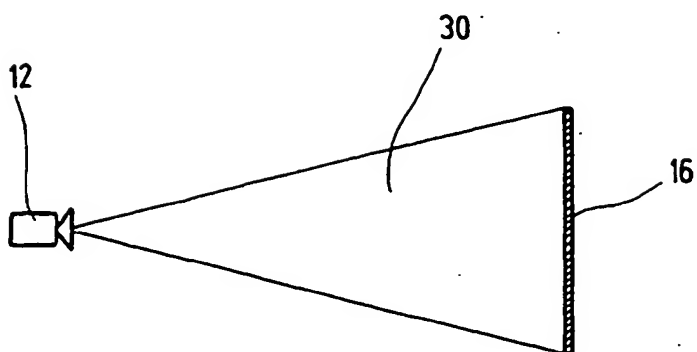


Fig.11

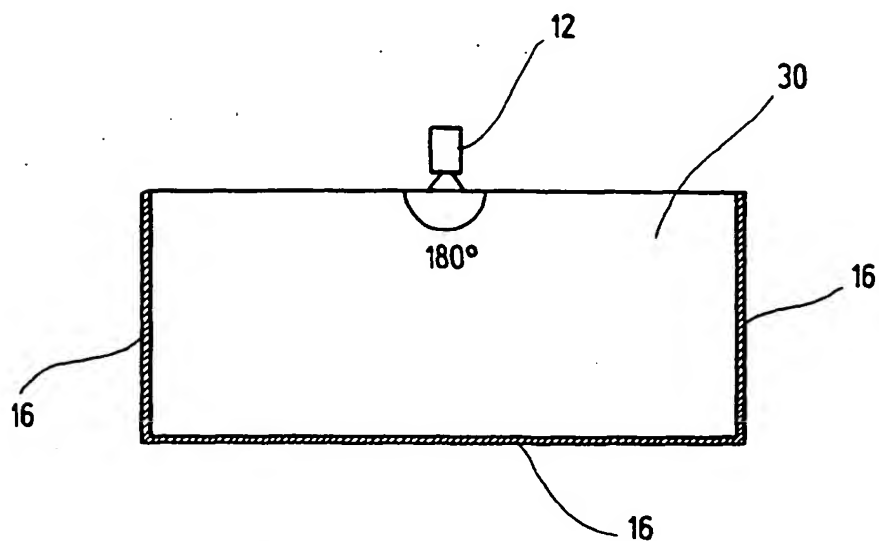


Fig.12

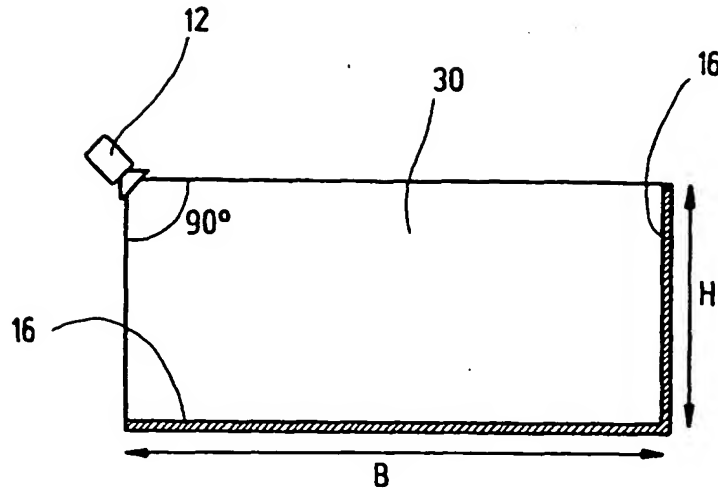


Fig.13

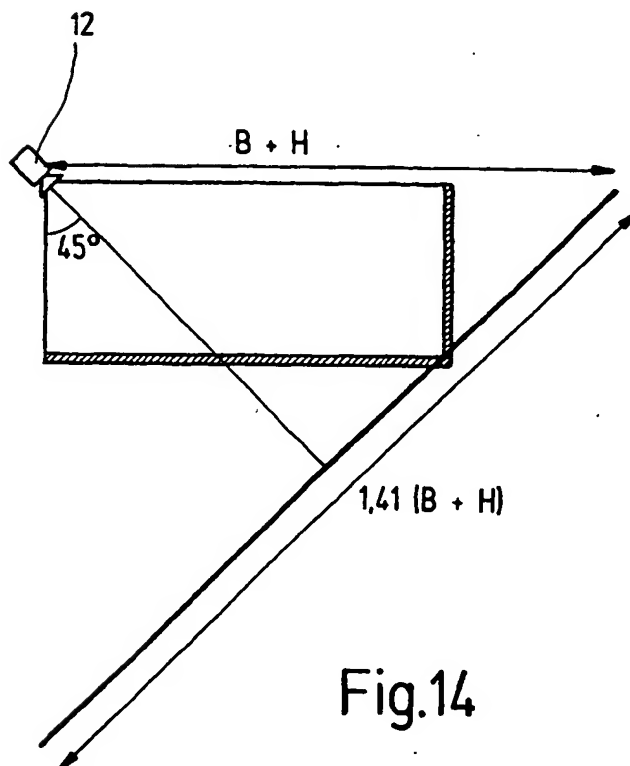


Fig.14

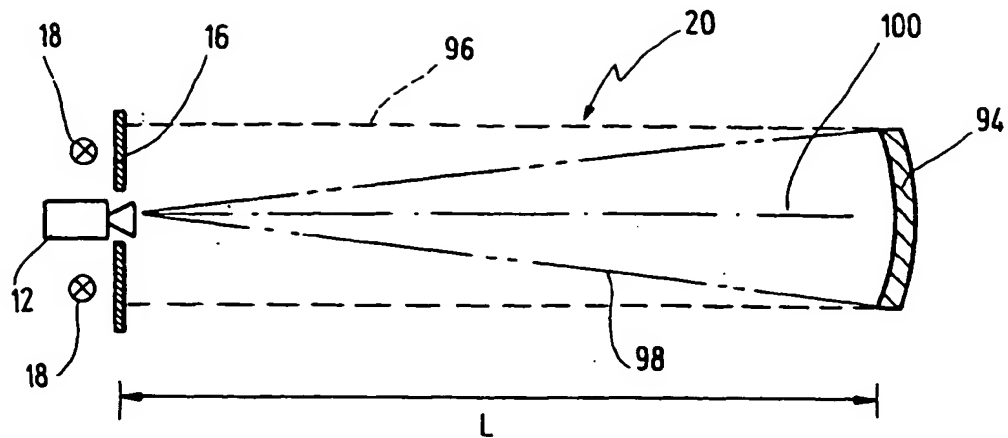


Fig.15

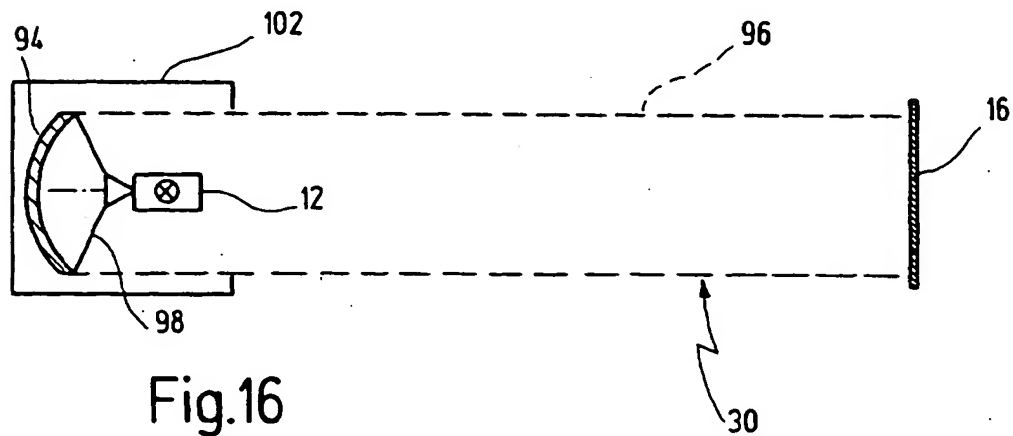


Fig.16

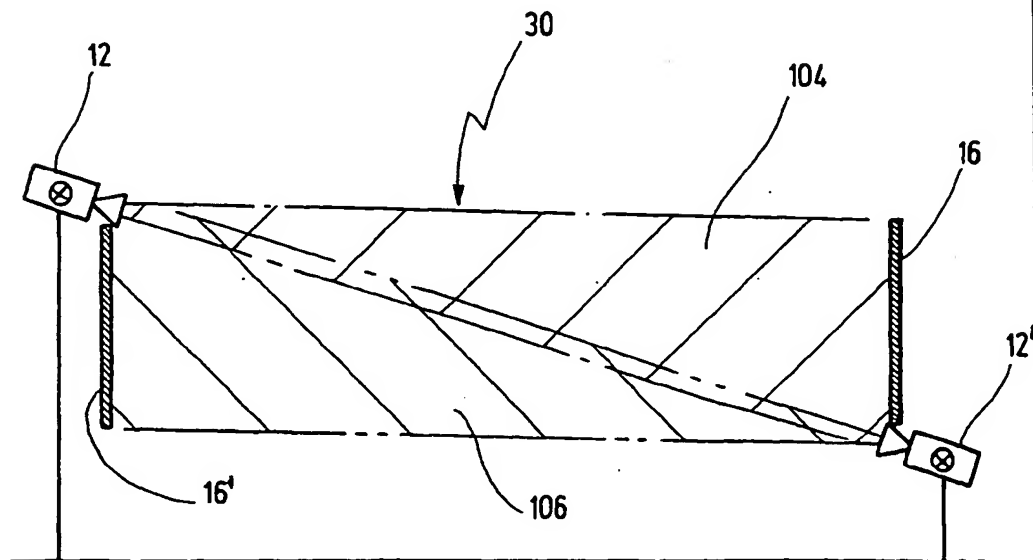


Fig.17

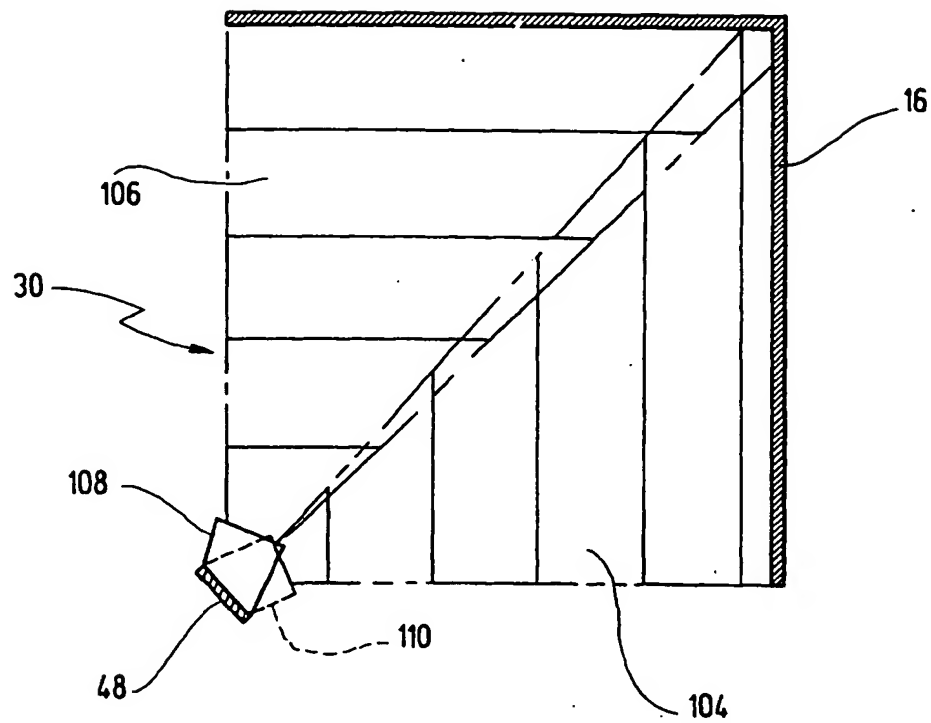


Fig.18

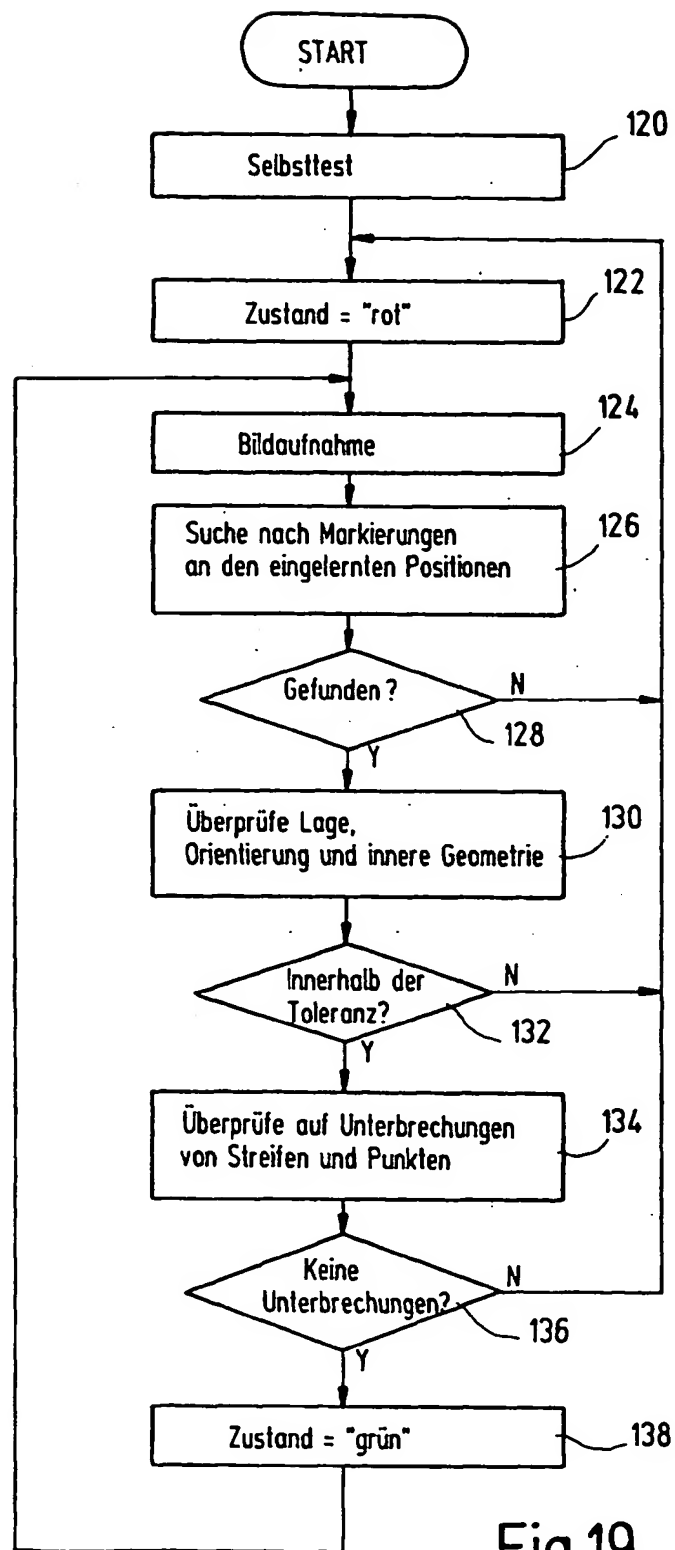


Fig.19